

УДК 621.384.8

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРА МТИ-350Г

В.А.Калашников, Д.В.Новиков, М.Ю.Залесов
Уральский элетрохимический комбинат
624130, Новоуральск Свердловской обл., Дзержинского, 2
vak@ueip.ru

Рассмотрены основные вопросы, связанные с разработкой программного обеспечения масс-спектрометра МТИ-350Г. Приводятся структура и характеристики программного комплекса, принципы его разработки и перспективы дальнейшего развития.

В соответствии с отраслевой программой развития замещающего производства масс-спектрометрического оборудования, на УЭХК совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом технической физики и автоматизации (ВНИИТФА, г.Москва), Институтом аналитического приборостроения РАН (ИАП, г. Санкт-Петербург) и Экспериментальным заводом научно-го приборостроения РАН (ЭЗНП, п. Черноголовка, Московской обл.) был разработан специализированный масс-спектрометр МТИ-350Г. Программное обеспечение этого масс-спектрометра ("Программный комплекс масс-спектрометра МТИ-350Г" или ПК МТИ-350Г) было разработано в масс-спектрометрической лаборатории УЭХК.

Разработка ПК МТИ-350Г, по сути, является продолжением работ по автоматизации измерений на различных модификациях масс-спектрометров МИ-1201, проводимых на УЭХК. Поэтому программное обеспечение для этих масс-спектрометров унифицировано, т.е. реализовано в рамках единого исходного кода. Различия на уровне драйверов устройств и в процедурах, связанных с техническими особенностями приборов, выделяются в исходном коде директивами условной компиляции.

Общий подход к разработке ПК МТИ-350Г включает следующие положения:

1) унификация исходного кода программ в

рамках основной задачи;

2) реализация программной многозадачности, что позволяет одновременно с выполнением основной задачи (автоматическими измерениями) выполнять другие действия: изменять настройки программы, просматривать базы данных, управлять устройствами масс-спектрометра и т.д.;

3) использование встроенных в программу эффективных средств защиты информации от несанкционированного доступа;

4) защита структуры данных программы от случайных повреждений, что достигается следующими способами:

- поля редактирования переменных не позволяют пользователю ввести недопустимые значения;
- периодически контролируется целостность структуры данных программы;
- перед выполнением анализа осуществляется дополнительная проверка правильности используемых данных;

5) использование встроенных в программу средств управления базами данных, которые позволяют работать с практически неограниченным количеством наборов данных, таких как характеристики стандартных образцов, параметры методик измерений, временные характеристики круглосуточного графика измерений и др.;

6) возможность передачи результатов измере-

ний на файл-сервер двумя способами: по сети Ethernet и/или через последовательный интерфейс RS-232/RS-485.

Особенностью архитектуры технических средств (ТС) масс-спектрометра МТИ-350Г (рис. 1) является использование для связи специализированного промышленного компьютера (СПК) и подсистем масс-спектрометра (ПМС) шины (или сети, или локальной сети микроконтроллеров)

CAN (Controller Area Network) [1-3].

Каждая ПМС, подключенная к сети CAN (далее будем называть ее *узлом сети CAN* или просто *узлом*) включает контроллер CAN, встроенную микро-ЭВМ с собственной программой управления и устройство для связи с оборудованием. Узлы получают все сообщения, проходящие по сети, и могут генерировать собственные сообщения.

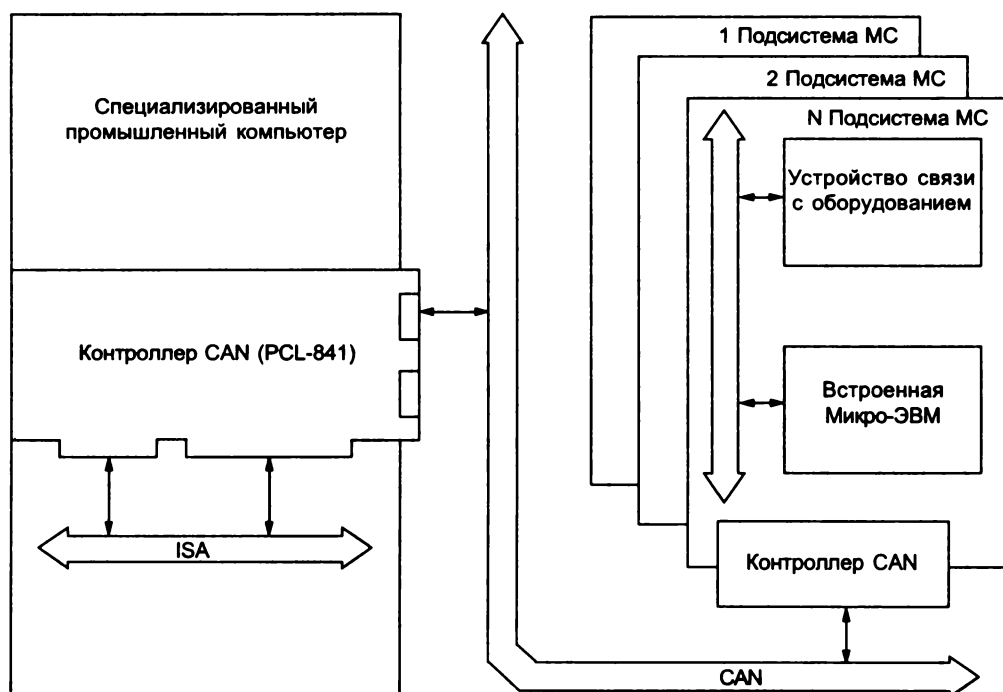


Рис.1. Архитектура технических средств масс-спектрометра МТИ-350Г

Список узлов сети CAN:

БРТ – блок регистрации токов.
БСИ – блок стабилизации индукции.
БУК – блок управления клапанами.
БВН – блок высокого напряжения.
БИФ1 и БИФ2 – блоки индикации форвакуума.
БПМ – блок питания магнита.
КСО – контроллер системы откачки.
КИ1..КИп – контроллеры индикации.

В качестве интерфейсной платы (для связи СПК с шиной CAN) применен коммуникационный адаптер PCL-841 фирмы Advantech, который устанавливается в разъем ISA-шины СПК.

Основной задачей, решаемой с помощью масс-спектрометров МТИ-350Г, является анализ изотопного состава урана в газовой фазе. В соответствии с этой задачей ПК МТИ-350Г предназначен для проведения следующих работ.

1. Тестирование и комплексное диагностирование электронных блоков и устройств масс-спектрометра, а также оперативный контроль работоспособности масс-спектрометра в процессе ав-

томатической эксплуатации.

2. Выполнение процедур настройки и градуировки измерительной аппаратуры масс-спектрометра, юстировки магнита, отбора и подготовки проб.

3. Автоматический анализ изотопного состава урана в газовой фазе в соответствии с нормативно-техническими документами [4, 5] по требованию оператора или по графику круглосуточной работы.

4. Автоматическое выполнение операций, связанных с использованием масс-спектрометра в линии АСУТС разделительного производства (контроль давлений в технологических трассах, выравнивание давлений стандартных образцов и пробы).

5. Передача результатов измерений в базу данных по сети, математическая обработка данных и формирование итоговых документов.

Для удобства использования все задачи, выполняемые в рамках программного комплекса, разбиты на три группы, в соответствии с которыми

выделяются следующие режимы работы (рис. 2):

- "Тесты";
- "Юстировочная среда";
- "Измерения";
- "Общие настройки".

Каждый из этих режимов имеет собственные программные объекты (меню, строку состояния, набор функций, видимых элементов и т.д.), т.е. обладает всеми атрибутами отдельной программы.



Рис.2. Структура программного комплекса

Функциональное назначение режимов работы:
"Тесты" – проверка функционирования и ди-

агностика неисправностей технических средств масс-спектрометра (рис.3);

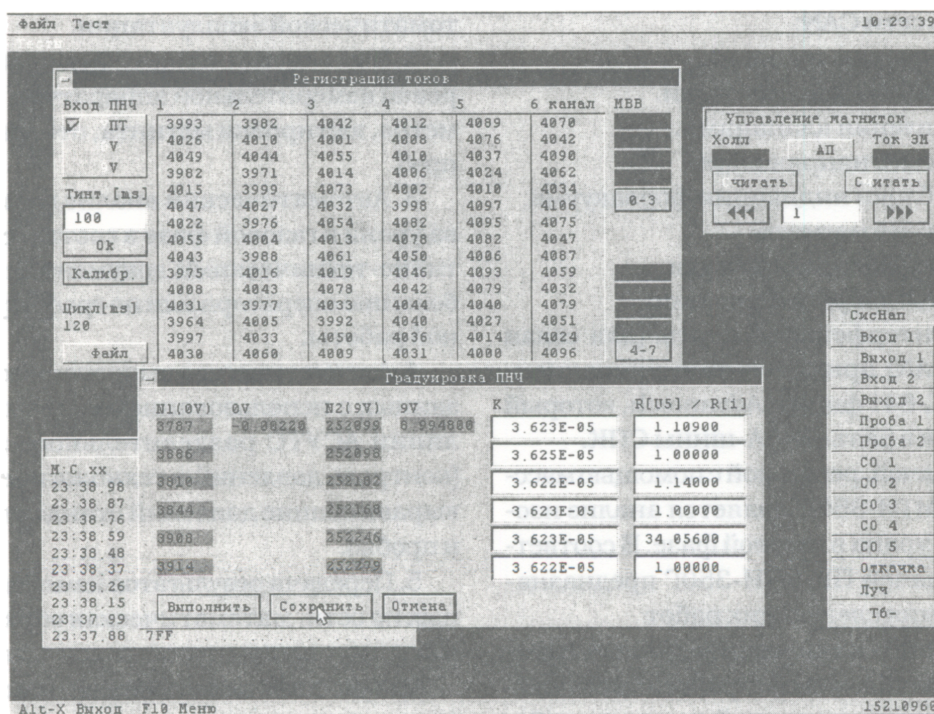


Рис.3. Режим "Тесты"

“Юстировочная среда” - настройка масс-спектрометра, градуировка технических

средств, определение ряда аналитических характеристик (Рис.4);

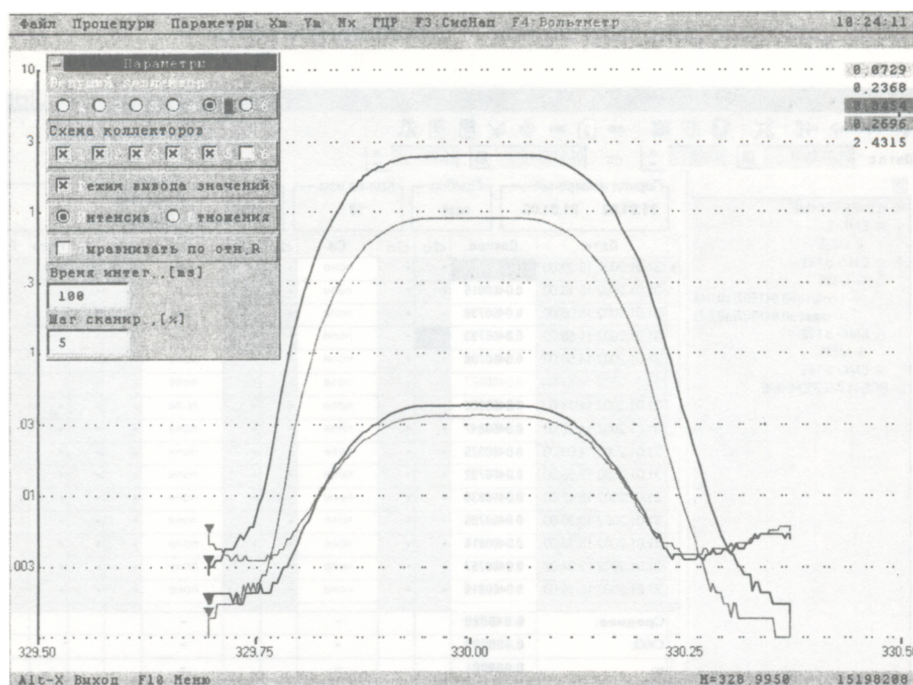


Рис.4. Режим “Юстировочная среда”

“Измерения” – подготовка и проведение автоматических измерений изотопного состава урана (по

требованию оператора или по графику круглосуточной работы), работа с базами данных (рис.5);

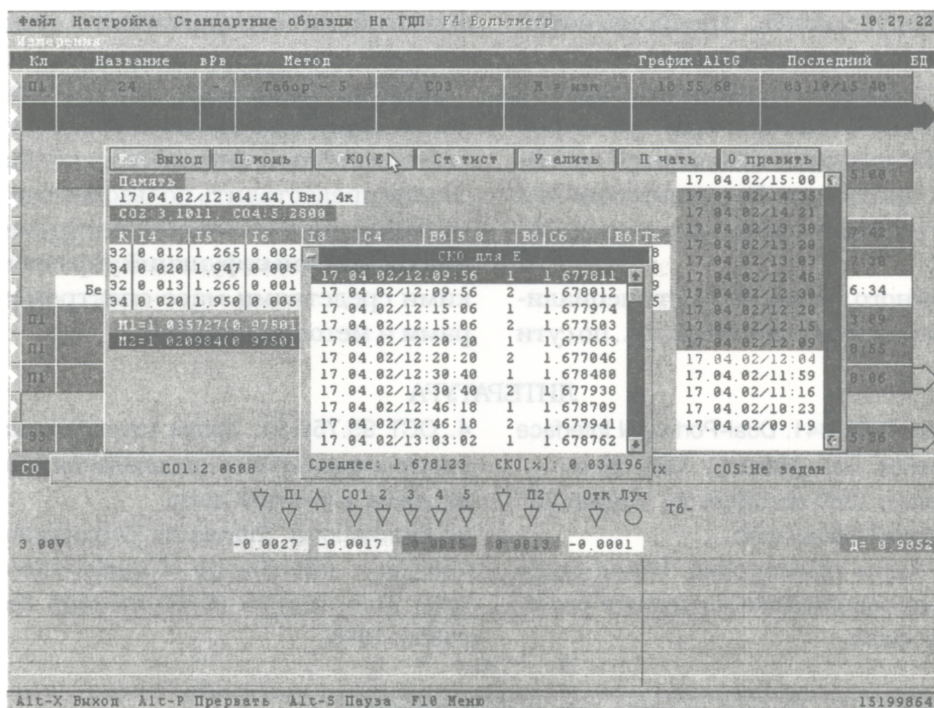


Рис.5. Режим “Измерения”

“Общие настройки” – настройки общие для трех предыдущих режимов, сервисные функции не связанные с работой технических средств масс-спектрометра (переопределение паролей,

даты и времени, просмотр графических изображений и др.).

Программное обеспечение (ПО), реализующее перечисленные задачи, составляет автоматизи-

рованное рабочее место масс-спектрометриста (АРМ МС). Это базовое ПО для любой конфигурации масс-спектрометра. Кроме базового пакета программ, на УЭХК разработано дополнительное

программное обеспечение (рис. 6) для отображения и статистической обработки информации от нескольких масс-спектрометров, объединенных в локальную сеть.

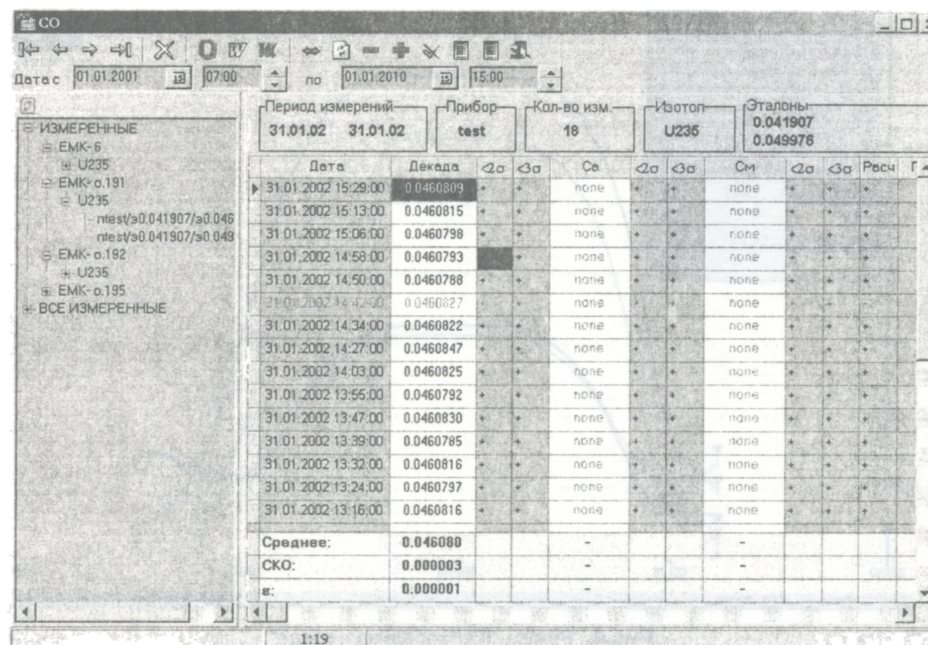


Рис.6. Статистическая обработка результатов измерений

В соответствии с отраслевой программой развития замещающего производства масс-спектрометрического оборудования, предполагается дальнейшая разработка специализированных масс-спектрометров различного назначения. В настоящее время для этих масс-спектрометров ведется разработка принципиально новой линейки программных продуктов. В перспективе эти программы будут перенесены и на масс-спектрометры МТИ-350Г.

Основой указанного выше ПО будет специализированный язык макроопределений, т.е., по сути

– язык программирования и модуль-интерпретатор. В состав пакета войдут также библиотека функций, интегрированных в среду, и отладчик, который позволит отслеживать, в том числе, в пошаговом режиме ход процедуры трансляции, значения переменных, массивов, структур данных, текущее состояние процесса и т.д. Такой подход позволит предоставить пользователю чрезвычайно гибкий и универсальный инструмент для создания собственных функций управления техническими средствами масс-спектрометра, подпрограмм и методик анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Advantech Co., Ltd, "PCL-841. Dual-Port CAN Interface Card. PC-LabCard Series. User Manual", 1996, 36 с.
2. Robert Bosch GmbH, CAN-specification, Version 2.0, 1992, ISO/TC22/SC3/WG1 document.
3. ОИ 001.467-99. Урана гексафторид. Метод масс-спектрометрического определения изотопного состава урана в газовой фазе.
4. ОСТ 95.758-91. Урана гексафторид. Метод масс-спектрометрического определения изотопного состава урана в газовой фазе.
5. International Standards Organization, 11898 Road Vehicles – Interchange of Digital Information – Controller Area Network (CAN) for High Speed Communication, 1995.

* * * * *

DEVELOPMENT OF MASS-SPECTROMETER MTI-350G SOFTWARE

V.A.Kalashnikov, D.V.Novikov, M.J.Zalesov

The basic questions of the mass-spectrometer MTI-350G software development are considered. The program structure, characteristics, development principles and further prospects are shown.